# ZUR METHODIK DER BLUTDRUCKMESSUNG IM SÄUGLINGSALTER : VERGLEICHENDE BLUTDRUCKMESSUNGEN NACH DEM AUSKULTATORISCHEN, FOTOELEKTRISCHEN UND RHEOGRAPHISCHEN PRINZIP

Therese Fischer

1968

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546010_0076

AUS DEM STÄDTISCHEN KINDERKRANKENHAUS MÜNCHEN-SCHWABING

Chefarzt: Prof. Dr. H. HILBER

# ZUR METHODIK DER BLUTDRUCKMESSUNG IM SÄUGLINGSALTER: VERGLEICHENDE BLUTDRUCKMESSUNGEN NACH DEM AUSKULTATORISCHEN, FOTOELEKTRISCHEN UND RHEOGRAPHISCHEN PRINZIP.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Therese F i s c h e r

aus

Kirchdorf a.H.

Jahr

München 1968

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

| | |
|---|---|
| Berichterstatter: | Prof. Dr. H. Hilber |
| Mitberichterstatter: | Prof. Dr. K. Betke |
| Dekan: | Prof. Dr. F. Marguth |

Tag der mündlichen Prüfung: 20. 12. 1968

Inhaltsübersicht.

I. Einleitung

Geschichtliches..... 3

Pädiatrische Blutdruckmessung..... 4

Ihre Bedeutung..... 7

II. Methodik

Versuchsbedingungen..... 8

1) Auskultation der Korotkoff-Töne..... 10

2) Fotoelektrische Pulswellenerfassung..... 11

3) Elektrische Blutdruckmessung..... 12

III. Ergebnisse..... 14

Graphische Darstellung..... 15

IV. Diskussion der Ergebnisse

1) Auskultatorische Werte..... 18

2) Fotoelektrische Werte..... 19

3) Elektrische Werte..... 20

4) Werte der "flush method"..... 22

5) Palpationswerte..... 23

V. Zusammenfassung..... 24

VI. Literaturverzeichnis..... 26

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

## I. Einleitung.

80 Jahre, nachdem HARVEY das Wesen des Blutkreislaufs aufgeklärt hatte, führte HALES 1708 die erste Blutdruckmessung am Pferd durch (14). Er verband eine freipräparierte große Arterie mit einem Steigrohr und las an der Höhe der senkrecht emporgestiegenen Blutsäule den Arteriendruck ab. Als nächster maß FAIVRE 1856 den Blutdruck des Menschen während einer Amputation (8). Dieses Meßverfahren aif direkte, blutige Weise durch Eröffnung einer Arterie war aber beim Menschen im allgemeinen nicht anwendbar. Diese Methode mußte daher verbessert und eine unblutige, indirekte Methode entwickelt werden. DEHON, DUBUS und HEITZ (7) führten 1912 blutig-unblutige Vergleichsmessungen durch. Im Unterschied zu MÜLLER und BLAUEL (26) aber bedienten sie sich bereits der Arterienpunktion und verbanden Arterie und Manometer durch eine in das Gefäß eingestochene Kanüle.

Die ersten indirekten unblutigen Druckmessungen erfolgten über den Weg der Sphygmographie. Mittels des maximoszillatorischen Kriteriums bestimmte MAREY 1878 den Blutdruck unblutig am Menschen (23); er gilt als der Erfinder der ärztlichen Blutdruckmessung. Sein Verfahren war allerdings noch umständlich und für die allgemeine Praxis ungeeignet. Der Wiener Arzt v. BASCH, der die diagnostische Bedeutung der Blutdruckmessung erkannt hatte, entwickelte daher ei-

nen Meßapparat, der den Druck mittels einer auf den "Puls" aufgesetzten kleinen Pelotte registrierte (2). RIVA-ROCCI behielt das palpatorische Kriterium bei, als er 1896 seine Manschettenmethode entwickelte, er ging aber dabei zur zirkulären Kompression des Oberarmes über (32). Im Jahre 1905 beobachtete KOROTKOFF, daß distal der aufgeblasenen Oberarmmanschette mit sinkendem Manschettendruck über der A. cubiti Töne auskultiert werden können, und er erkannte die Bedeutung der registrierten Töne als Kriterien für die Messung des systolischen und diastolischen Blutdruckes (Zit. nach 31).

Die Einführung der Blutdruckmessung in die Pädiatrie war naturgemäß noch mit zusätzlichen Schwierigkeiten verbunden. Die Entwicklung der Methoden wird hier von den unterschiedlichen anatomischen und physiologischen Besonderheiten der Kinder, vor allem der Neugeborenen und Säuglinge bestimmt. Eine objektive und exakte Blutdruckmessung ist auch insofern problematisch, als sie ohne Mithilfe des kleinen Patienten erfolgen muß. Diese Faktoren führten zur Entwicklung einer Vielzahl von Meßmethoden, die zum Teil aus der Erwachsenenpraxis übernommen wurden.

Die erste direkte blutige Druckmessung in den Nabelschnurgefäßen des Neugeborenen führte RIBEMONT im Jahre 1879 durch (Zit. nach 31). Auch heute erfolgt sie noch durch Katheterisierung der A. umbilicalis, bei größeren Kindern

der A. brachialis. Der Druck wird dabei durch ein Elektromanometer registriert.

Von der großen Zahl der indirekten Methoden seien nur jene erwähnt, welche auch heute noch in der pädiatrischen Praxis verwendet werden.

Durch Auskultation erfolgt die systolische Blutdruckmessung vor allem bei größeren Säuglingen und Kindern. Eine Verbesserung stellt der elektrostatische Pulsabnehmer dar, der 1952 von BRECHT und BOUCKE entwickelt wurde (3,4). Er wird unter beziehungsweise distal der aufgeblasenen Manschette angebracht. KEUTH nahm damit 1955 Blutdruckmessungen an Säuglingen vor (18,19). Ähnliche Versuche führten MORSE, BROWNELL und CURRENS mit hochempfindlichen Mikrofonen durch (24).

Fotoelektrische Geräte zur Blutdruckmessung mit verschiedener Arbeitsweise beschreiben RICE und POSENER (30), GOODMAN und Mitarbeiter (12) und KAMÅRAS et. al. (16), ebenso früher OPPÉ und GELLEN (29), ASHWORTH und NELIGAN (1).

Von den elektrischen Methoden zur Erfassung des peripheren Pulses ist vor allem zu erwähnen die 1950 von NYBOER (28) entwickelte sogenannte "electrical impedance plethysmography". Sie beruht auf der Registrierung der pulssynchronen elektrischen Widerstandsänderungen. Erstmalig verwen-

dete SCHAFFER diese Methode 1955 zur Messung des systolischen Blutdrucks beim Säugling (36). CELANDER und THUNELL beschreiben hierfür 1960 die venöse Occlusions-Plethysmographie (5) und im Jahre 1961 die Withney mercury-in-rubber strain gauge (6), die nach dem Prinzip des Widerstandsmanometers arbeitet. Die neuesten Veröffentlichungen auf diesem Gebiet stammen von LEVISON, KIDD und Mitarbeitern (22), die mit einem modifizierten Gerät nach Withney Messungen an Kindern vornahmen.

Die Erfassung des Pulses distal der Blutdruckmanschette nach RIVA-ROCCI erfolgt aber auch noch mittels anderer Kriterien. Das bereits von MAREY beobachtete erubeszitorische Merkmal verwendete GAERTNER 1899 bei seinen Blutdruckmessungen (10), es findet heute Anwendung in der sogenannten "flush method".

Die Palpation erfolgt an der A. radialis. HOLLAND und YOUNG (15) erzielten bessere Ergebnisse an der A. cubiti. RUCKER und CONNELL (34) benutzten ein Oszillometer zur Bestimmung des systolischen Blutdrucks.

Den diastolischen Wert erhält man, soweit eine Auskultation möglich ist, durch das Verschwinden der Korotkoff-Töne. KEUTH (18,19,20) führt in seinen Untersuchungen auch noch das Verschwinden des Erlanger-Zäckchens in der

sphygmographischen Kurve als Kriterium an.

Die Bestimmung des Blutdrucks bei Neugeborenen und Säuglingen ist ein wichtiger Parameter in der Diagnostik von Kreislaufstörungen. Man erhält so Anhaltswerte, die das klinische Bild ergänzen. Für die Überwachung der Therapie, z.B. im Schockzustand, ist eine ständige Blutdruckmessung ebenfalls von Bedeutung. Ferner ist es durch vergleichende Druckmessungen möglich, Mißbildungen im Herz- und Gefäßsystem, wie beispielsweise eine Aortenisthmusstenose, zu diagnostizieren.

Ziel und Zweck dieser Arbeit war es deshalb, verschiedene Blutdruckmeßmethoden auf ihre Eignung für die pädiatrische Praxis zu prüfen.

II. Methodik.

Es wurden insgesamt 900 Blutdruckmessungen an 100 Kindern durchgeführt. Es handelte sich dabei um klinisch kreislaufgesunde Neugeborene und Säuglinge im Alter von 4 Stunden bis zu 9 Monaten.

Die Durchführung der Messungen erfolgte

a) bei wachen, ruhigen Kindern nach dem Füttern;

b) bei schlafenden Kindern,

c) bei etwa 10% der Kinder, vor allem der etwas älteren, nach Sedierung (1 Tr. Somnifen/kg Körpergewicht).

Nach den Empfehlungen neuester amerikanischer Arbeiten verwendeten wir bei allen Messungen eine 4cm-Manschette. Sie wurde satt anliegend am linken Arm des Kindes befestigt. Die Messungen erfolgten über einen Zeitraum von 30 Minuten bis zu einigen Stunden.

Dabei wurden folgende drei Meßverfahren angewandt:

1) Die Auskultation der Korotkoff-Töne,

2) die fotoelektrische Pulswellenerfassung,

3) das Prinzip der elektrischen Leitfähigkeitsänderung zur Pulsregistrierung.

Die graphische Darstellung der Simultanmessungen erfolgte durch einen EKG-Schreiber.

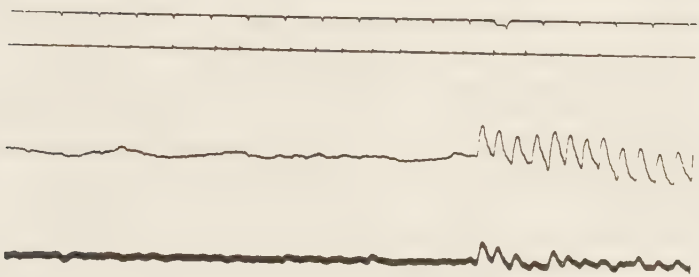

Abb. 1 Simultanmessung des systolischen Blutdrucks bei einem 7 Monate alten Säugling. Schreibkanal 1 zeigt die Druckmarken des Elektromanometers, Beginn bei 220 mmHg. Die erste Pulswelle wird elektrisch (Kanal 2), fotoelektrisch (Kanal 3) und auskultatorisch (Markierung oben) bei 118 mmHg synchron erfaßt.

1. Auskultation der Korotkoff-Töne.

Auskultiert wurde über der A. cubiti nach Palpation. Bei 47 Kindern verwandten wir ein binaurikuläres Stethoskop mit einem Hartgummitrichter von 2,3 cm Durchmesser, bei den übrigen Kindern erfolgte die Messung mit einem Stethoskop mit Weichgummitrichter. Dieser wurde jeweils etwas unter die Elektrodenmanschette geschoben, um so den unvermeidlichen Auflagedruck während der einzelnen Messungen möglichst konstant zu halten. Das erstmalige Auftreten der Korotkoff-Töne, ebenso ihr Verschwinden, wurde auf der Kurve mittels einer Marke registriert. Vor Beginn der Versuchsmessungen waren einige Voruntersuchungen unternommen worden, um mit den Besonderheiten der Auskultation beim Säugling vertraut zu werden. Ebenso wurde ein Audiogramm angefertigt, um das eigene Hörvermögen zu objektivieren.

Bei allen Kindern war das erstmalige Auftreten der Korotkoff-Töne deutlich zu hören. Etwa in 1 - 2% der Messungen traten suprasystolische Töne auf, die aber eindeutig abgegrenzt werden konnten. Der systolische Blutdruck konnte also in allen Fällen auskultatorisch sicher bestimmt werden. Der diastolische Wert war dagegen nicht bei allen Kindern festzulegen. In einigen Fällen waren die Korotkoff-Töne nur über einen Bereich von 15 - 20 mmHg wahrzunehmen. Auch fiel auf, daß das "muffling of sounds", die

vierte Phase der Korotkoff-Töne, im Säuglingsalter weit öfter zu hören ist als bei Erwachsenen. Der diastolische Wert konnte bei diesen Kindern nur mit einer Sicherheit von ± 10 mmHg angegeben werden. Man spricht hier also wohl besser von einem diastolischen Bereich.

2. Fotoelektrische Pulswellenerfassung.

Das Prinzip der fotoelektrischen Blutdruckmessung beruht auf der Erfassung der pulsatorischen Helligkeitsschwankungen. Das verwendete Gerät bestand aus einem CdS-Widerstand und einer Lichtquelle. Beide wurden mit Leukoplast am Händchen des Kindes so befestigt, daß sich Lämpchen und Fotozelle an einer Interdigitalfalte gegenüberlagen. Damit war eine optimale Durchstrahlung gegeben. Durch die Pulsationen wurde eine Widerstandsänderung von 10 - 15 Ohm bewirkt. Die fotoelektrisch erfaßten Pulswellen des mit höchster Empfindlichkeit Arbeitenden Gerätes wurden auf Kanal 3 des EKG-Schreibers aufgezeichnet (Abb. 1).

Bei Auflage des Stethoskopes mit Hartgummitrichter wurde in 57%, bei Verwendung des Weichgummitrichters jedoch in 97% der Fälle die erste durchschlagende Pulswelle gleichzeitig fotoelektrisch und elektrisch aufgezeichnet. Die Ursache dieser Differenz ist hier sicher in dem unterschiedlichen Auflagedruck zu suchen. Auch bei unruhigen Kindern war die fotoelektrische Blutdruckmessung möglich, wenn das Händchen mit einer Schlaufe am Gitterbettchen be-

festigt war. Bei drei Kindern konnte keine genaue Blutdruckmessung durchgeführt werden. Es handelte sich dabei um blasse Säuglinge mit kühlen Extremitäten, die klinisch das Bild einer schlechten peripheren Durchblutung boten. Erkennbare Pulswellen wurden erst bei Druckwerten aufgezeichnet, die weit unter dem systolischen Punkt lagen.

3. Elektrische Blutdruckmessung.

Die Messungen erfolgten nach dem Leitfähigkeitsprinzip. Das von uns verwendete Gerät (21) vereinigt die Vorteile der original-rheographischen Methode (17) mit denen der Impedanz-Plethysmographie (28). Das Gerät ist ferner mit einer Automatik ausgerüstet.

Bei der Messung wird am Oberarm des Kindes eine 4cm-Blutdruckmanschette befestigt, am Unterarm eine wartungsfreie, 5polige Spezialelektrode. Die Mittelelektrode dient dabei als Erde, proximale und distale Elektroden der Zuführung und Ableitung eines Meßwechselstromes. Die graphische Registrierung erfolgte auf Kanal 2 des EKG-Schreibers (Abb.1). Elektrische Widerstandsänderungen, die durch Einströmen des Blutes in die Meßstrecke hervorgerufen werden, führen zu proportionalen Spannungsänderungen, die verstärkt, demoduliert und als Pulskurve demonstriert werden können. Da der Meßwechselstrom mit etwa 30 000 Hz hochfrequent und die Stromstärke unter 1 mA liegt, treten keine Reizernungen auf. Bei der Messung des Blutdrucks wird durch eine

im Gerät eingebaute, automatisch gesteuerte Pumpe der Druck in der Oberarmmanschette auf übersystolische Werte gebracht. Bei dem nachfolgenden langsamen Druckabfall wird schließlich der Punkt erreicht, bei dem die erste Pulswelle eben durchschlägt und peripher elektrisch erfaßt werden kann. Diese Pulswelle dient als Indikator für den systolischen Druck. Durch das gleichzeitige Registrieren der Pulswellen und des Manschettendruckes durch eingeblendete Druckmarken eines eingebauten Elektromanometers (Druckstufen 5 mmHg) läßt sich der gemessene Blutdruckwert sehr exakt festhalten (Kanal 1, Abb.1). Zwischenwerte können noch interpoliert werden. Die Reproduziergenauigkeit liegt bei $\pm$ 2,5 mmHg.

## III. Ergebnisse.

Die Berechnung der Blutdruckwerte aus den Kurven erfolgte mittels Interpolation nach den Werten der Eichtabelle des Elektromanometers. Die angegebenen Werte stellen den Mittelwert aus drei Einzelmessungen dar.

Um eine übersichtliche und gedrängte Darstellung zu geben, erfolgte die Aufzeichnung der einzelnen Meßergebnisse in Kurven (Abb.2,3).

Zeichenerklärung:

Auskultatorische Werte o

fotoelektrische Werte x

elektrische Werte •

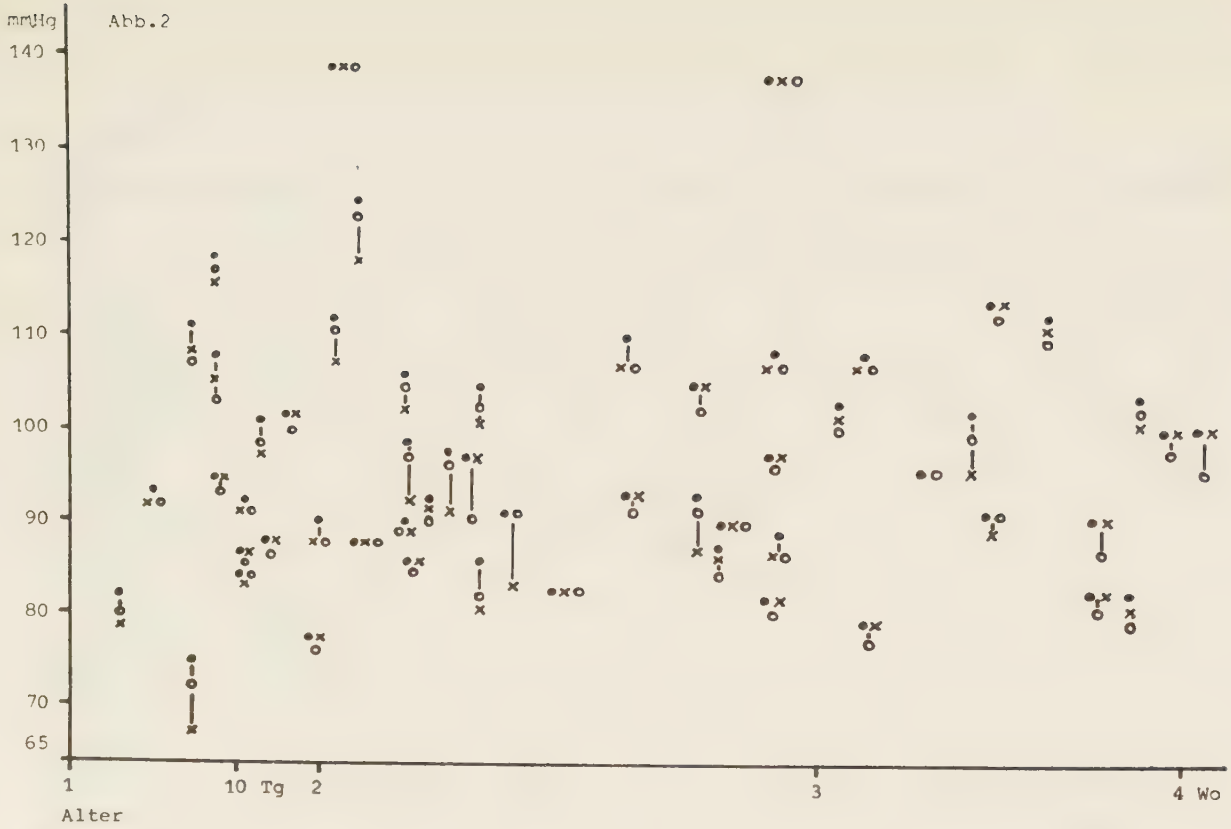


Abb.2 Systolische Blutdruckwerte von Säuglingen im Alter von 1 Tag bis zu 4 Wochen. Auskultatorische, fotoelektrische und elektrische Mittelwerte aus 3 Messungen.

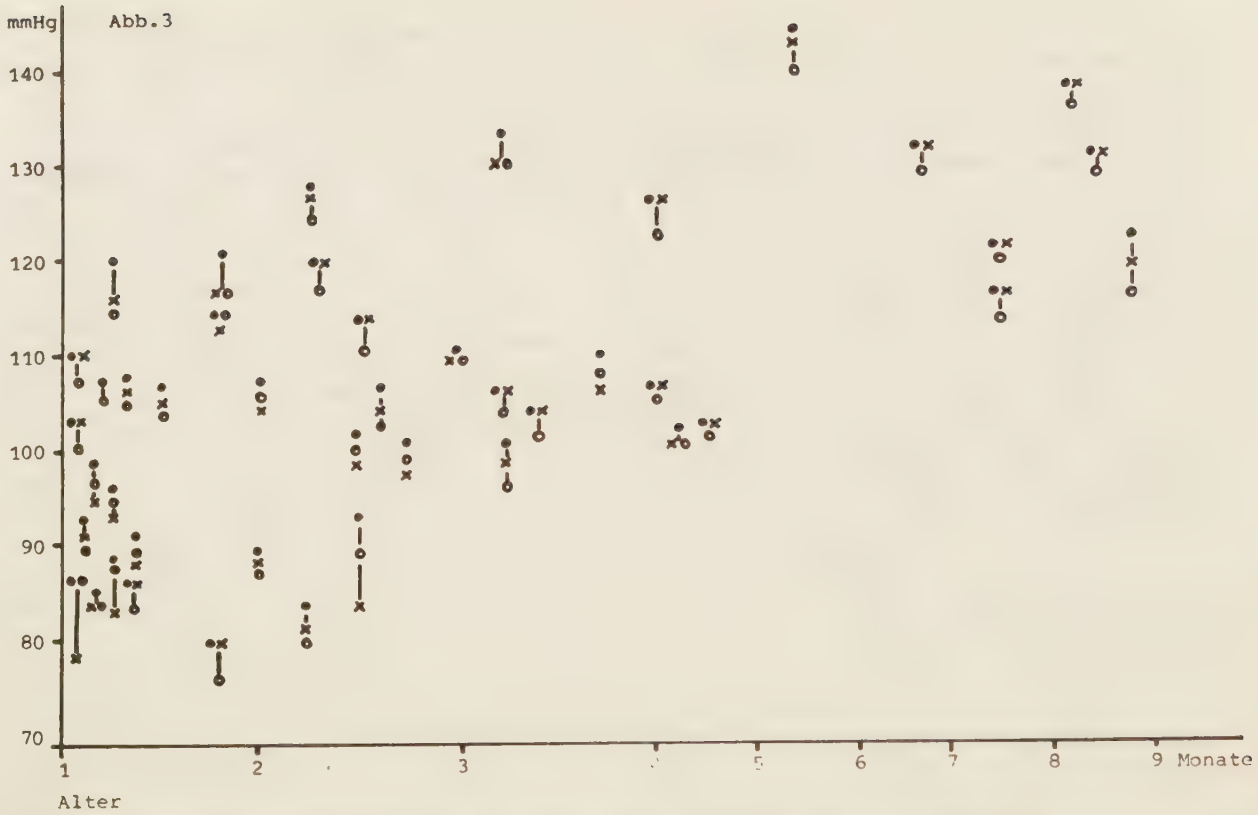


Abb.3 Systolische Blutdruckwerte von Säuglingen im Alter von 1 - 9 Monaten.
Auskultatorische, fotoelektrische und elektrische Mittelwerte aus 3 Messungen.

Die auskultatorischen systolischen Blutdruckwerte zeigen von den elektrisch ermittelten eine mittlere Abweichung von ± 3,5 mmHg, die fotoelektrischen von ± 2,9 mmHg. Die statistische Berechnung erfolgte nach der STUDENT-Verteilung. Die Wahrscheinlichkeit P war im ersten Fall kleiner als 0,001; im letzteren betrug sie 0,001. Beide Abweichungen sind somit hochsignifikant.

Die etwas unter den elektrischen Ergebnissen liegenden Blutdruckwerte der auskultatorischen und fotoelektrischen Meßmethoden sind sicher auf die geringere Empfindlichkeit dieser Methoden zurückzuführen. Im Faktor des auskultatorischen Meßwertes ist außerdem noch die Reaktionszeit des Untersuchers enthalten (Wahrnehmung des Tones - Setzen der Druckmarke). Da diese bei unseren Bedingungen als ziemlich konstant anzunehmen ist, erklärt sich daraus die hohe Signifikanz der Abweichung. Die Differenz des fotoelektrischen Blutdruckwertes zum elektrischen ergibt sich aus der Abhängigkeit des Meßverfahrens von der peripheren Durchblutung und dem bei auskultatorischen Simultanmessungen vom Stethoskop verursachten unvermeidlichen Auflagedruck. Die Blutdruckwerte der Kinder ab 6 Monate sind höher im Vergleich zu den im Schrifttum gefundenen Werten.

IV. Diskussion der Ergebnisse.

Wie aus den Kurven ersichtlich, differieren die mit den einzelnen Meßmethoden gewonnenen Blutdruckwerte nur unwesentlich voneinander. Diese geringfügigen Unterschiede sind wahrscheinlich durch die von uns verwendeten, hochempfindlichen Rezeptoren und die Durchführung der Messungen bei kreislaufgesunden Säuglingen bedingt. Die zum Teil stark differierenden Blutdruckangaben für das Säuglingsalter in der Literatur sind wohl auf wechselnde Empfindlichkeit der Methoden und unterschiedliche Meßbedingungen zurückzuführen.

1. Alle Autoren, die sich bisher mit der auskultatorischen Blutdruckmessung im Säuglingsalter befaßt haben, heben hervor, wie schwierig es sei, mit dieser Methode brauchbare Ergebnisse zu erzielen. Die Altersstufe, ab welcher die Korotkoff-Töne eindeutig zu hören sind, wird verschieden angegeben. GOODMAN (12) stellt fest, er könne die Korotkoff-Töne erst bei Säuglingen ab 2 Wochen gut hören. Diese Auffassung findet man auch bei SALMI und BROWNELL (35). ROBINOW (33) gibt an, die Auskultation sei erst bei Kindern über 6 Wochen anzuwenden, gäbe aber dann ganz brauchbare Ergebnisse. ASHWORTH et. al. (1):"Auskultation ist bei einer bestimmten Anzahl von Kindern möglich, aber sehr ermüdend." Auch FORFAR und KIBEL (9) sind dieser Meinung. SCHAFFER (36) führte in Verbindung mit der Im-

pedanz-Plethysmographie auch auskultatorische Simultanmessungen durch und stellt fest, daß bei Säuglingen ab dem ersten Lebensmonat der systolische Blutdruckwert auskultatorisch exakt bestimmt werden könne.

Bei den vorliegenden Untersuchungen war es dagegen in allen Fällen möglich, den systolischen Blutdruck auf diese Weise zu bestimmen. Die Messungen haben gezeigt, daß es bei normalem Hörvermögen und einer gewissen Übung des Untersuchenden durchaus möglich ist, bei einem weit größeren Prozentsatz normaler Säuglinge als bisher angenommen, den systolischen Blutdruck auskultatorisch zu bestimmen. Der diastolische Wert kann dagegen nicht in allen Fällen festgelegt werden, da die Korotkoff-Töne manchmal nur in einem Bereich von 15 - 20 mmHg zu hören sind. Auch wird man im Säuglingsalter hier mehr von einem diastolischen Bereich sprechen müssen, der durch das Auftreten des "muffling of sounds", dem Leiserwerden der Korotkoff-Töne bestimmt wird. Die Genauigkeit der auskultatorischen Meßergebnisse geht aus ihrer weitgehenden Übereinstimmung mit den direkten blutigen Messungen hervor.

2. Die fotoelektrische Blutdruckmessung stellt unter Normalbedingungen ebenfalls ein ziemlich genaues Meßverfahren dar. Die eigenen Ergebnisse zeigen ebenso wie die amerikanischer Autoren eine enge Beziehung zu den elektrischen und auskultatorischen systolischen Blutdruckwerten. GOODMAN

(12) erhielt bei seinen fotoelektrischen und intraarteriellen Simultanmessungen eine Druckdifferenz von 4 mmHg. Bei zusätzlichen auskultatorischen Blutdruckmessungen lagen seine fotooszillographischen und auskultatorischen Meßwerte stets innerhalb von 4 mmHg. Das fotoelektrische Meßverfahren wird allerdings nur begrenzt anwendbar sein, da die Erfassung des peripheren Pulses abhängig ist von der peripheren Durchblutung. Bei Kindern mit erhöhter Vasokonstriktion ist es, wie die eigenen Versuche gezeigt haben, auch mit einem sehr empfindlichen Gerät nicht mehr möglich, eine exakte Messung des systolischen Blutdrucks durchzuführen. Der dabei gewonnene Wert liegt etwa in Höhe des mittleren Blutdruckes. Das fotoelektrische Meßprinzip ist also nur unter normalen Durchblutungsverhältnissen anwendbar.

3. Die Rheographie, ursprünglich vor allem ein Verfahren zur Bestimmung der peripheren Durchblutung, wurde von KAINDL und Mitarbeitern bereits vereinzelt zur Blutdruckmessung bei Erwachsenen verwendet. Sie führten intraarterielle, rheographische und auskultatorische Simultanmessungen durch (17). Anhand von Originalkurven demonstrieren sie, daß beim Absinken des Manschettendruckes die erste durchschlagende Pulswelle zur gleichen Zeit rheographisch, intraarteriell und durch Auftreten der Korotkoff-Töne erfaßt wird.

Unter den elektrischen Meßverfahren kommt wohl die ebenfalls auf rheographischer Basis arbeitende Impedanz-Plethysmographie von NYBOER (28) der eigenen Methode, die mit 30 000 Hz Rechteck-Wechselstrom arbeitet, am nächsten. SCHAFFER (36) führte mit der Impedanz-Plethysmographie systolische Blutdruckmessungen an Säuglingen und Neugeborenen durch, ebenfalls unter Verwendung einer 4cm-Manschette. Er betont vor allem die hohe Empfindlichkeit dieser Methode, die es ermöglicht, den Puls des Neugeborenen zu erfassen und die sich daraus ergebende hervorragende Eignung dieser Methode für das Säuglingsalter. Die von ihm angegebenen Blutdruckwerte liegen im Bereich der eigenen Meßergebnisse. Diese wiederum weichen nur unwesentlich von den für das Säuglingsalter angegebenen, intraarteriell gemessenen systolischen Blutdruckwerten ab. Der von WOODBURY, ROBINOW und HAMILTON (37) beobachtete Blutdruckanstieg in den ersten 11 Lebenstagen von systolisch 64 - 96 mmHg entspricht nahezu völlig den eigenen Messungen, die eine Steigerung von 68 - 100 mmHg ergaben. Ebenso fand sich Übereinstimmung mit den intraarteriell gemessenen Werten von YOUNG und COTTOM (38).

Damit ist dargelegt, daß die rheographische Methode Blutdruckwerte liefert, die mit den intraarteriell gemessenen Werten nahezu übereinstimmen. Ihre Anwendung ist auch dann noch möglich, wenn die periphere Pulsation so gering ist,

daß sie z.B. von Fotorezeptoren oder palpatorisch nicht mehr erfaßt werden kann. Es darf also gesagt werden, daß die Rheographie, beziehungsweise das vorliegende Verfahren bis jetzt wohl die empfindlichste und zuverlässigste Meßmethode für den systolischen Blutdruck, speziell beim Säugling und Neugeborenen darstellt.

Zur Diskussion stehen nun noch Methoden anderer Autoren, die allerdings hinsichtlich ihrer Zweckmäßigkeit und Genauigkeit nicht immer sehr zufriedenstellend sind.

4. Die "flush method" liefert im Vergleich zu obigen Methoden keine befriedigenden Ergebnisse. Die mittels des erubeszitorischen Kriteriums erhaltenen Werte liegen in einem weiten Bereich zwischen dem systolischen und diastolischen Blutdruckwert, wie intraarterielle Vergleichsmessungen von MOSS und ADAMS (25) ergeben haben. Auch SCHAFFER (36) bezeichnet die Methode als fehlerhaft und unzuverlässig. Durch die während der Messung verursachte Irritation der Säuglinge ergeben sich ebenfalls unrichtige Ergebnisse. Die "flush method" ist deshalb zur genauen Diagnostik ungeeignet. In Fällen, bei denen es lediglich auf relative Druckunterschiede ankommt, kann sie vielleicht noch eine gewisse Bedeutung haben, wie GOLDRING und WOHLTMANN (11) schreiben. Hier wird auch angegeben, daß die auskultatorisch bestimmten Blutdruckwerte 10 - 25 mmHg

höher liegen. FORFAR und KIBEL (9) bestätigen ebenfalls, daß ihre Messungen mit dieser Methode nicht so genau seien wie die auskultatorischen; sie erhielten bei ihren Versuchen annähernd einen Mittelwert zwischen systolischem und diastolischem Druck.

5. Die Palpation der A. radialis ergibt Werte, die um 5 - 30 mmHg zu tief sind. HOLLAND und YOUNG (15) erzielten etwas bessere Ergebnisse durch Palpation der A. cubiti. Die Erfassung des Pulses distal der Manschette, sphygmographisch durch ASHWORTH (1), plethysmographisch durch CELANDER und THUNELL (5,6) brachte gute Ergebnisse.

KEUTH führte seine Untersuchungen mit dem Infratonabnehmer von BRECHT und BOUCKE durch (3,4). Der systolische Druck wird hier durch das erstmalige Auftreten des Erlander-Zäckchens sphygmographisch registriert, der diastolische durch das Verschwinden desselben. Dieses Phänomen war aber bei Säuglingen nicht immer nachweisbar (18,19,20). Da die Messungen stets während des Fütterns erfolgten, kommt dadurch bedingt zu seinen ohnehin hohen Blutdruckwerten noch ein Anstieg von 10 - 20 mmHg hinzu. Die Meßanordnung ist außerdem sehr störungsanfällig und dürfte deshalb in der Praxis nur vereinzelt Anwendung finden.

## V. Zusammenfassung.

1. Bei 100 klinisch kreislaufgesunden Neugeborenen und Säuglingen wurden indirekte Blutdruckmessungen durchgeführt. Dabei wurden vergleichende Messungen nach dem auskultatorischen, fotoelektrischen und elektrischen Leitfähigkeitsprinzip gemacht.

2. Die genaue elektrische Bestimmung des systolischen Blutdrucks war in allen Fällen möglich. Bei drei Säuglingen mit peripherer Vasokonstriktion ergaben sich fotoelektrisch niedrigere Blutdruckwerte, da die ersten durchschlagenden Pulswellen noch nicht erfaßt wurden. Das erstmalige Auftreten der Korotkoff-Töne als systolisches Kriterium war bei allen Kindern deutlich wahrnehmbar, der diastolische Wert konnte mit einem Fehler von höchstens $\pm$ 10 mmHg bestimmt werden.

3. Die mit dem elektrischen Verfahren erzielten Blutdruckwerte entsprechen weitgehend den intraarteriell durch Katheterisierung der A. umbilicalis bei Neugeborenen gewonnenen Werten englischer und amerikanischer Autoren. Die in den Simultanmessungen erreichten auskultatorischen und fotoelektrischen Werte lagen im Vergleich zu den elektrischen Blutdruckwerten durchschnittlich 3 - 4 mmHg tiefer. Diese Differenz

dürfte wahrscheinlich darauf zurückzuführen sein, daß das elektrische Meßverfahren von allen die höchste Empfindlichkeit aufweist.

VI. Literaturverzeichnis.


1) ASHWORTH, A.M., G.A. NELIGAN, and — Sphygmomanometer for the newborn. Lancet I,801 (1959).

2) v. BASCH, S.: — Über die Messung des Blutdrucks am Menschen. Z. klin. Med. 2,6 (1880).

3) BOUCKE, A., und K. BRECHT: — Ein neuer elektrischer Pulsschreiber und seine einfache Anwendung in der ärztlichen Praxis. Dtsch. med. Wschr. 77,562 (1952).

4) BRECHT, K., und A. BOUCKE: — Neues elektrostatisches Tiefton-Mikrophon und seine Anwendung in der Sphygmographie. Pflügers Archiv ges. Physiol. 256,43 (1952).

5) CELANDER, O., and G. THUNELL: — A plethysmographic method for measuring the systolic blood pressure in newborn infants. Act. paediat. (Stockholm) 49,497-502 (1960).

6) CELANDER, O., and — The "mercury-in-rubber" strain gauge for measurement of blood pressure and peripheral circulation in newborn infants. Act. paediat. (Uppsala) 50,505 (1961).

7) DEHON, M., A. DUBUS und J. HEITZ: — Messere directe de la pression intra-artérielle chez l'homme

vivant, comparaison avec les procédés cliniques.
C.R. Soc. biol. (Paris) 72,789 (1912).

8) FAIVRE, J.: Etudes expérimentelles sur les lésions organiques du coeur.
Gaz. mêd. Paris 26,727 (1856).

9) FORFAR, H.O., and M.A. KIBEL: Blood pressure in the newborn estimated by the flush method.
Arch. Dis. Child. 31,126-130 (1956).

10) GAERTNER, G.: Über einen neuen Blutdruckmesser.
Wien. med. Wschr. 49,1412 (1899).

11) GOLDRING, D., and H. WOHLTMANN: Flush method for blood pressure determinations in newborn infants.
J. Pediat. 40,285-289 (1952).

12) GOODMAN, H.G., G.R. GUMMING, and M.B. RABER: Photocell oscillometer for measuring systolic pressure in newborn.
Amer. J. Dis. Child. 103,152 (1962).

13) GUTMANN, J.: Elektronische Verfahren zur Ermittlung statistischer Maßzahlen einiger medizinisch wichtiger Daten.
Dissertation T.H. München (1965).

14) HALES, S.: Statical essays, containing haemostatics, etc. London (1733).

15) HOLLAND, W.W., and I.M. YOUNG: Neonatal blood pressure in relation to maturity, mode of delivery, and condition of birth. Brit. med. J. 2,1331 (1956).

16) KAMARÁS, J., F. LÁNCOS, G. SIMON, and J. KELEMEN: Photoelectric recording of the blood pressure in infants by means of an oxymeter. Gyermekgyógyászat (Budapest), 17,49 (1966).

17) KAINDL, F., K. POLZER, F. SCHUHFRIED: Rheographie. Eine Methode zur Beurteilung peripherer Gefäße. Darmstadt: Steinkopff (1959).

18) KEUTH, U.: Sphygmographische Blutdruckmessungen bei Säuglingen mit dem "Infratonsystem". Z. Kinderheilk. 76,107-119 (1955a).

19) KEUTH, U.: Ergebnisse sphygmographischer Blutdruckmessung beim Säugling. Z. Kinderheilk. 77,443 (1955b).

20) KEUTH, U.: Zur Methodik der Blutdruckmessung bei Kindern. Z. Kinderheilk. 86,169 (1961).

21) LANG, V.O.: Ein neues Gerät zur automatischen Registrierung von Blutdruck, peripherem Puls und EKG in der Pädiatrie (mit besonderer Berücksichtigung des Säuglingsalters).

Monatsschr. Kinderheilk. 115,105-109 (1967).

22) LEVISON, H., B.S.L. KIDD, P.A. GEMMEL, and P.R. SWYER: Blood pressure in normal fullterm and premature infants. Amer. J. Dis. Child. 11,374-379 (1966).

23) MAREY, V.J.: La méthode graphique. Paris (1878).

24) MORSE, R.L., G.L. BROWNELL, and J.H. CURRENS: The blood pressure of newborn infants: Indirect determination by an automatic blood pressure recorder in 20 infants. Pediatrics 25,50-53 (1960).

25) MOSS, A.J., W. LIEBLING, and F.H. ADAMS: Normal values during the first year of life. Pediatrics 21,950-957 (1958).

26) MÜLLER, O., und K. BLAUEL: Zur Kritik des Riva-Roccischen und Gaertnerschen Sphygmomanometers. Untersuchungen bei Amputationen. Dtsch. Arch. klin. Med. 91,517 (1907).

27) NELIGAN, G.A., M. OXON, and C.A. SMITH: The blood pressure of newborn infants in asphyxial states and in hyaline membrane disease. Pediatrics 26,735-744 (1960).

28) NYBOER, J.: Electrical impedance plethysmography: Physical and physiological approach to peripheral vascular study.

Circulation 2,811 (1950).

29) OPPÉ, T.E., and F. GELLEN: A simple photoelectric method for measuring systolic blood pressure in newborn. Lancet II,1255 (1962).

30) RICE, H.V., and L.J. POSENER: A practical method for the measurement of systolic blood pressure of infants. Pediatrics 23,854 (1959).

31) v. RECKLINGHAUSEN, H.: Blutdruckmessung und Kreislauf in den Arterien des Menschen. Dresden, Leipzig: Steinkopff (1940).

32) RIVA-ROCCI: Gazz. med. Torino 47,981 (1896). Zit. nach v. RECKLINGHAUSEN.

33) ROBINOW, M., W.F. HAMILTON, R.A. WOODBURY, and P.P. VOLPITTO: Accuracy of clinical determinations of blood pressure in children with values under normal and abnormal conditions. Amer. J. Dis. Child. 58,102 (1939).

34) RUCKER, M.P., and J.W. CONNELL: Blood pressure in the newborn. Amer. J. Dis. Child. 27,6 (1924).

35) SALMI, T.: Untersuchungen über den Blutdruck und den Reststickstoff des Blutes beim Neugeborenen mit besonderer Berücksichtigung der Kinder von Nierengestosemüttern. Act. paediat. (Stockholm) 18,92 (1935).

36) SCHAFFER, A.I.: Neonatal blood pressure studies. Amer. J. Dis. Child. 89,204-209 (1955).

37) WOODBURY, R.A., M. ROBINOW, and W.R. HAMILTON: Blood pressure studies on infants. Amer. J. Physiol. 122,472-479 (1938).

38) YOUNG, M., and D. COTTOM: Arterial and venous blood pressure during a reducting in blood volume and hypoxia and hypercapina in infants during the first two days of life. Pediatrics 37,733 (1966).

Herrn Prof. Dr. H. HILBER danke ich für die Überlassung des Themas, ebenso dafür, daß ich an seiner Klinik arbeiten durfte.
Mein besonderer Dank gilt aber auch Herrn Dr. V. LANG für seine wertvolle Unterstützung und sein ständiges Interesse am Fortgang der Arbeit.

## Lebenslauf

Am 8. April 1940 wurde ich, Therese Fischer, in Kirchdorf a.H., Kreis Bad Aibling, als Tochter des Webers Josef Fischer und seiner Ehefrau Therese, geb. Hofmeier, geboren.

Nach dem Besuch der Volks- und Mittelschule in den Jahren 1946 - 1956 war ich 6 Jahre berufstätig. Von 1958 bis 1962 besuchte ich das Städt. Abendgymnasium für Berufstätige in München und erlangte dort am 18. Juli 1962 das Zeugnis der Hochschulreife.

Vom Wintersemester 1962/63 bis einschließlich Sommersemester 1968 war ich an der Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München immatrikuliert. Die naturwissenschaftliche Vorprüfung bestand ich am 27. April 1964, die ärztliche Vorprüfung am 23. Oktober 1965.

Nach Abschluß meiner klinischen Studien meldete ich mich am 1. Juli 1968 zur ärztlichen Prüfung.
Ich bestand sie am 18. Dezember 1968.